農業氣象、空氣污染與酸雨對農業生產影響及因應措施
研討會論文專輯　269-276, 1996

氣象因子及灌溉對盤固草生產力及乾草品質之影響

許福星　洪國源　鄭俊哲
臺灣省畜產試驗所飼作系

內　容

摘要……………………………………………………………………………270
英文摘要………………………………………………………………………270
緒言……………………………………………………………………………271
材料與方法……………………………………………………………………271
結果與討論……………………………………………………………………272
引用文獻………………………………………………………………………276

氣象因子及灌溉對盤固草生產力及乾草品質之影響

許福星　洪國源　鄭俊哲
臺灣省畜產試驗所飼作系

摘　　要

盤固草(*Digitaria decumbens*)係一種多年生熱帶牧草，為本省栽培面積最廣的牧草品種，此牧草於春夏季生長旺盛，而秋冬季乾旱時，其生長呈停滯現象。本試驗研究目的在探討氣象因子及噴灌對盤固草銹病發生、生產力及調製乾草品質之影響，以供盤固草栽培管理之參考，期能提高牧草產量及改善牧草品質。盤固草地分為噴灌及不噴灌兩處理，噴灌區於乾旱季節施以噴灌 ，收刈時，調查其乾物產量及銹病發生百分比，並測定牧草粗蛋白質、P、K、Ca、及Mg等含量，也測定土壤成分，並根據氣象資料來探討氣象因子對盤固草生產之影響。經過五年試驗結果，得悉噴灌及未噴灌區乾物產量一年平均分別為27.3及22.2 mt/ha，噴灌可以增加乾物產量23.0％。於5-10月間之濕季，其青刈間隔日數平均為54.3天，有效積溫為773.5℃，而11月至翌年4月間之乾季，有噴灌者，其青刈間隔日數為119.2天，有效積溫為798.4℃，與濕季者相近，若未噴灌者，其青刈間隔日數長達181天，有效積溫為1409.8℃。噴灌區能提高牧草粗蛋白含量，但對P、K、Ca及Mg等含量則無影響。且噴灌不會影響土壤之化學成分，但噴灌會增加銹病發生之百分比。故盤固草於乾旱季節施以噴灌，有助於提高牧草乾物產量及粗蛋白質含量。

關鍵詞：盤固草、噴灌、氣象因子、生產力、品質

Effects of Climatic Factors and Irrigation on Productivity and Hay Quality of Pangolagrass

Fu-Hsing Hsu, Kuo-Yuan Hong and Chun-Che Cheng (Taiwan Livestock Research Institute, Hsinhua, Tainan, Taiwan, Republic of China)

Abstract：Pangolagrass (*Digitaria decumbens*) is a perennial tropical forage grass with the most widely grown in Taiwan. It grows vigorously in spring and summer and becomes dormant in autumn and winter. Objectives of this experiment were to determine effects of climatic factors and irrigation on occurrence of rust disease, productivity and hay quality of pangolagrass. It was expected to provide information for forage managennent to improve forage yield and quality of pangolagrass. Pangolagrass pasture was divided into irrigation and nonirrigation plots. Pangolagrass was irrigated for irrigation plot in drought season. Dry matter yield and occurrence percentage of rust disease were determined at harvest. The

contents of crude protein, P, K, Ca and Mg in plant were determined. The chemical composition of soil was also determined. Dry matter yields were averaged 27.3 and 22.2 mt/ha yearly for irrigation and nonirrigation, respectively. The irrigation plot produced more than 23.0 % dry matter as compared to nonirrigation plot. The averaged interval days between cutting were 54.3 days with degree-days 773.5℃ in wet season from May to October. For drought season from November to April, the averaged interval days between cutting were 119.2 days with degree-days 798.4℃ for irrigation plot, while those were 181.0 days with degree-days 1409.8 ℃ for nonirrigation plot. The degree-days between cutting for wet season and those for drought season with irrigation were similar. The content of crude protein in plant was increased after irrigation. No effect of irrigation was observed on contents of P, K, Ca and Mg in plant. The chemical compositions of soil were not affected by irrigation. However, the occurrence percentage of rust disease was enhanced by irrigation. It was concluded that forage yield and crude protein of pangolagrass could be increased with irrigation in drought season.

Key words：*Digitaria decumbens,* Irrigation, Climatic factor, Productivity, Forage quality.

緒　　言

隨著國內經濟的發展，國人的生活水準也隨著提昇，對乳酪產品的消費量也逐年增加，且仍然有繼續提高的潛力，因此乳牛飼養頭數也逐年增加，對省產芻料之需求也隨著增加(Hsu，1994)，同時，酪農對芻料之品質也相當重視。

盤固草(*Digitaria decumbens*)係一種多年生熱帶牧草，為本省栽培的主要牧草品種之一，亦為稻田轉作牧草之主要品種(林，1989)，目前全省種植面積為6470 ha，約佔所有牧草栽培面積的三分之二(台灣農業年報，1995)。盤固草性喜高溫多濕及長日照的氣候，故其盛產期為每年五月至十月，每年可收刈三至五次。唯其生長、產量及品質頗受氣溫、日照及降雨量等氣象因素的影響，尤其夏季牧草生長旺盛時，適逢雨季，對田間機械作業及乾草調製影響很大，而於秋冬季乾旱季節牧草生長停滯，因盤固草之最低生長溫度為12.3 ℃(鄭及萬，1993)；且有露水時，易誘發銹病孢子之繁殖生長，故植株容易罹患銹病。因此本試驗研究的目的在探討氣象因子及灌溉對盤固草銹病發生、生產力及調製乾草之影響，以供盤固草栽培管理之參考，期能提高牧草產量及改善牧草品質。

材料與方法

本試驗以盤固草A254牧草地為試驗區，將牧草區分為灌溉與不灌溉兩處理，每小區0.8 ha，重複四次，田間設計採用RCBD設計。田間栽培管理參照盤固草之栽培管理方法為之。每年初春雨後每公頃施台肥二號複合肥料500 kg當基肥，每次青割後施尿素200 kg當追肥，每青割兩次後加施氯化鉀250 kg/ha 。

噴灌區除埋設噴灌管路外，及增設加壓幫浦，並裝置自動給水閥12座，使噴灌直徑達50 m，以資發揮噴灌功能，噴灌區於乾旱季節予以噴灌，每次噴灌40～80 mm，自79年11月28日至84年2月14日，前後共噴灌11次。試驗區並埋設水分張力計(soil moisture tension meter)，以測定土壤水分供噴灌作業之參考。

根據臺灣省畜產試驗所農業氣象站之資料，計算盤固草噴灌與未噴灌區的青刈間隔期間之有效積溫、日射量及降雨量，有效積溫之估算爲生育期間每日平均溫度減12.3℃後累加的溫度(鄭及萬， 1993)。牧草收刈時，測其乾物產量及牧草品質，如粗蛋白質、P、K、Ca及Mg等含量，並取樣土壤測定pH 值及電導度，並分析其化學成分，如總氮、P、K、Ca、Mg及有機質含量。

化學分析方法如下：

1. pH：Glass electrode method (1:1)
2. 總氮量：Kjeldahl method
3. 磷：Modified Bray's No.1 method
4. 鉀、鈣、及鎂：N-neutral NH_4OAC extraction method
5. 有機質：Walkley-Black method

調查盤固草銹病百分比時，每區取樣盤固草20支，調查每葉的銹病病斑百分比，再求各葉百分比的平均，即爲該支的銹病罹病百分比。

結果與討論

圖1及2分別爲試驗期間五年之氣溫及降雨之平均，由圖1可知1月之氣溫最低，6-8月間最高;圖2則顯示6-8月間降雨最多，1-3月及10-12月間甚少降雨。表1所列者爲試驗期間之氣象資料及盤固草每次青割間之生育日數，根據表1的資料，可計算得知，盤固草於5-10月間之濕季，扣除因連續下雨，機械無法下田作業之期間外，其青割間隔日數平均爲54.3天，有效積溫爲773.5℃，這期間之降雨量平均爲297.7 mm，累積日射量爲924.7 MJ;而在每年11月至翌年4月間乾季，有噴灌者，其青刈間隔日數爲119.2天，有效積溫爲798.4℃，累積日射量爲1440.7 MJ，降雨量平均爲97.5 mm，於這段乾旱季節有施以噴灌，因此縱使降雨量只有97.5 mm，其青刈間隔日數長達119.2天，但其有效積溫爲798.4℃，與在濕季生長期間之有效積溫相近。因此，盤固草若在乾季施以噴灌，其有效積溫達750-800℃間，即可收刈。若於乾季不施以灌溉，則青刈間隔日數長達181天，有效積溫爲1409.8℃，其累積日射量高達2351.2 MJ。

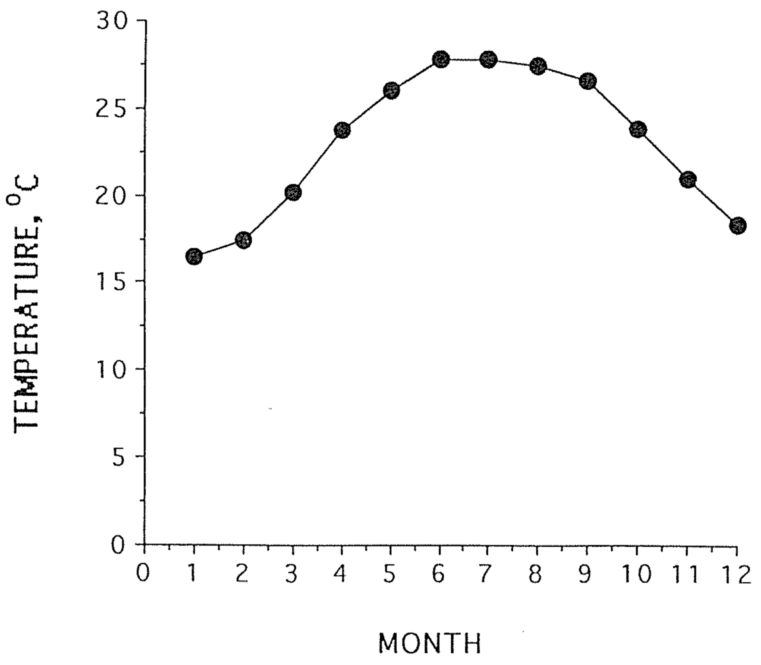

Fig. 1. Monthly averaged air temperatures at Hsinhua, Tainan from 1991 to 1995.

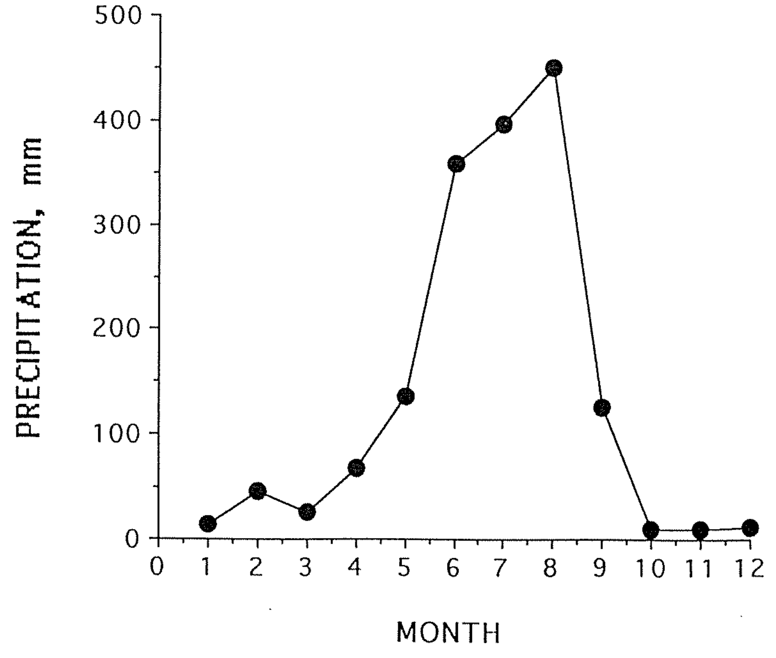

Fig. 2. Monthly averaged precipitation at Hsinhua, Tainan from 1991 to 1995.

於81年3月2日至7月18日，7月18日至11月17日及83年5月24日至10月26 日噴灌區的青刈間隔日數分別長達138、122及155天，這期間的累積降雨量分別爲1087、952及1869.5 mm，可見於雨季時，若連續降雨，曳引機無法下田進行牧草之收刈及調製乾草作業，故盤固草之乾草調製作業受天候之影響甚大。

表2所列者爲噴灌對盤固草產量及銹病發生之影響，由表2可知，1991- 1995年五年的平均乾物產量噴灌區爲27.3 mt/ha，未噴灌者爲22.2 mt/ha ，兩者有顯著性差異，噴灌區比未噴灌者每年增加23.0％的乾物產量，若比較各年兩種處理的乾物產量得悉，除1991年與1993年外，噴灌區與未噴灌區相較未達顯著性差異，可能與降雨量有關。因爲1991及1993年之年降雨量分別只有1638.5及1334.5 mm，故噴灌效果比1992及1994年有效，其年降雨量分別爲2187.5及2123.5 mm。Iwama et al. (1985)曾指出一次噴灌2 mm的效果比噴灌5或8 mm者能增加牧草產量，乃由於少量之噴灌能促進表土養分之分解，而有助於牧草養分之吸收。

由表2也可得知，噴灌處理反而顯著地增加銹病的發生率，可能由於乾季噴灌之後，盤固草生長較佳，莖葉較茂盛，於秋季露水較多時，若通氣不良，則易罹患銹病，在盤固草的廄肥試驗亦得到相似的結果(許等， 1994)。

盤固草噴灌後其粗蛋白質含量會增加，但其P、K、Ca及Mg等含量則不受影響(表3)。未噴灌區粗蛋白質含量較低的原因乃由於其青刈間隔日數較長，以致於影響粗蛋白質含量，因此盤固草於乾旱季節施以噴灌後，可縮短青刈間隔日數，有助於盤固草粗蛋白質含量之提高。

Table 1. Climatic data for the growth period between cutting of pangolagrass under irrigation and nonirrigation.

Cutting date	Treatment	Growth period (day)	Solar radiation (MJ)	Degree-day (℃)	Precipitation (mm)
80.3.27	Irrigation	119	1425.6	773.5	35.5
80.5.20	Nonirrigation	173	2319.3	1475.5	109.0
	Irrigation	54	893.7	702.0	73.5
80.7.13	Irrigation	54	1003.6	864.8	802.0
80.11.5	Nonirrigation	169	2658.0	2450.6	1479.0
	Irrigation	115	1654.4	1585.8	677.0
81.3.2	Irrigation	118	1400.2	689.7	184.5
81.7.18	Nonirrigation	253	3527.1	2408.8	1271.5
	Irrigation	138	2126.9	1682.2	1087.0
81.11.17	Nonirrigation	122	1823.4	1578.1	952.0
	Irrigation	122	1823.4	1578.1	952.0
82.4.16	Irrigation	150	1959.5	1018.1	63.0
82.5.20	Nonirrigation	184	2586.8	1414.6	112.0
82.7.5	Irrigation	80	1443.1	1148.3	699.0
82.9.7	Irrigation	64	1218.4	995.0	461.0
	Nonirrigation	110	2034.2	1685.3	1111.5
82.10.20	Irrigation	43	681.9	579.8	83.5
	Nonirrigation	43	681.9	579.8	83.5
83.1.31	Irrigation	103	1142.0	743.7	50.5
83.4.18	Irrigation	77	1042.2	590.0	105.5
	Nonirrigation	180	2184.2	1333.7	156.0
83.5.24	Irrigation	36	696.4	514.5	127.0
	Nonirrigation	36	696.4	514.5	127.0
83.10.26	Irrigation	155	1557.6	2219.6	1869.5
	Nonirrigation	155	1557.6	2219.6	1869.5
84.3.23	Irrigation	148	1674.4	975.4	62.5
84.5.1	Irrigation	39	640.2	440.1	49.0
	Nonirrigation	187	2314.6	1415.5	111.5
84.8.16	Irrigation	107	1617.4	1596.0	836.0
	Nonirrigation	107	1617.4	1596.0	836.0
84.10.20	Irrigation	65	820.6	943.7	86.5
	Nonirrigation	65	820.6	943.7	86.5

Table 2. Effect of irrigation on dry matter yield and rust disease percentage of pangolagrass.

Year	Dry matter yield (mt ha $^{-1}$)		Rust disease (%)		Total precipitation (mm)
	Irrigation	Nonirrigation	Irrigation	Nonirrigation	
1991	25.2[a]*	12.5[b]	——	——	1638.5
1992	29.2[a]	24.6[a]	9.0[a]	8.2[a]	2187.5
1993	23.7[a]	15.2[b]	1.5[a]	1.0[a]	1334.5
1994	31.2[a]	27.5[a]	14.1[a]	8.4[a]	2123.5
1995	27.3[a]	31.0[a]	23.1[a]	3.6[b]	1024.0
Mean	27.3[a]	22.2[b]	11.9[a]	5.3[b]	

* Means with the same letter under the same item within the same year are not significantly different at 5% level.

Table 3. Effect of irrigation on forage quality of pangolagrass.

Cutting date	Treatment	Crude protein (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
81.7.18	Irrigation	5.4[a]*	0.16[a]	0.24[a]	0.33[a]	0.14[a]
	Nonirrigation	3.5[b]	0.13[a]	0.24[a]	0.35[a]	0.12[b]
81.11.7	Irrigation	4.3[a]	0.13[a]	0.21[a]	0.19[a]	0.16[a]
	Nonirrigation	3.4[b]	0.12[a]	0.17[a]	0.18[a]	0.12[a]
82.9.7	Irrigation	4.2[a]	0.15[a]	0.28[a]	0.17[a]	0.13[a]
	Nonirrigation	2.9[b]	0.13[a]	0.18[b]	0.16[a]	0.09[b]
83.4.18	Irrigation	6.6[a]	0.15[a]	0.98[a]	0.17[a]	0.12[a]
	Nonirrigation	6.2[a]	0.13[a]	0.82[b]	0.16[a]	0.09[b]
83.10.19	Irrigation	3.7[a]	0.14[a]	0.65[a]	0.15[a]	0.19[a]
	Nonirrigation	2.9[a]	0.13[a]	0.64[a]	0.11[a]	0.12[a]
84.5.4	Irrigation	6.0[a]	0.22[a]	0.87[a]	0.23[a]	0.34[a]
	Nonirrigation	3.1[b]	0.25[a]	0.46[b]	0.26[a]	0.17[b]
84.8.16	Irrigation	4.5[a]	0.17[a]	0.55[a]	0.28[a]	0.24[a]
	Nonirrigation	3.8[a]	0.16[a]	0.49[a]	0.24[a]	0.20[a]
84.10.20	Irrigation	7.4[a]	0.17[a]	0.67[a]	0.35[a]	0.35[a]
	Nonirrigation	7.0[a]	0.17[a]	0.53[a]	0.29[a]	0.25[a]
Mean	Irrigation	5.3[a]	0.16[a]	0.55[a]	0.23[a]	0.21[a]
	Nonirrigation	4.1[b]	0.15[a]	0.45[b]	0.22[a]	0.14[a]

* Means with the same letter under the same item within the same cutting date are not significantly different at 5% level.

Table 4. Effect of irrigation on chemical composition of soil for pangolagrass pasture.

Sampling date	Treatment	pH	Total nitrogen (%)	P (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	Organic matter (%)	Electric conductivity (mmhos cm^{-1})
81.12.7	Irrigation	5.0[a]*	0.10[a]	3.48[a]	58.0[a]	425.4[a]	85.8[a]		
	Nonirrigation	5.1[a]	0.09[a]	4.47[a]	156.9[a]	206.1[a]	34.4[a]		
83.5.9	Irrigation	5.7[a]	0.09[a]	2.55[a]	67.1[a]	627.5[a]	70.1[a]	2.44[a]	0.26[a]
	Nonirrigation	5.3[a]	0.08[a]	1.59[a]	51.3[a]	83.7[a]	42.9[a]	1.97[a]	0.25[a]
84.10.20	Irrigation	4.8[a]	0.10[a]	3.79[a]	49.3[a]	633.6[a]	152.5[a]	2.19[a]	
	Nonirrigation	4.7[a]	0.09[a]	4.78[a]	44.9[a]	323.5[a]	18.8[a]	2.10[a]	
Mean	Irrigation	5.1[a]	0.10[a]	3.27[a]	58.1[a]	562.2[a]	102.8[a]	2.31[a]	0.26[a]
	Nonirrigation	5.0[a]	0.09[a]	3.61[a]	84.4[a]	204.4[a]	32.0[b]	2.03[a]	0.25[a]

* Means with the same letter under the same item within the same sampling date are not significantly different at 5% level.

盤固草地噴灌後其土壤pH值、有機質、總氮、P、K及 Ca 增加(表4)。Iwama et al.(1985)指出，灌溉會增加牧草養分之吸收能力，故導致牧草地土壤之養分因灌溉後而迅速降低。

由以上結果可知，盤固草於秋冬季乾旱季節施以噴灌後，確可縮短青刈間隔日數，雖然其青刈間隔日數仍比濕季生育期間的青刈間隔日數爲長，但其有效積溫與濕季者相近，因此在不缺水的情況下，有效積溫乃可供作爲牧草青刈時期的適當指標。同時，在本省南部地區，於秋冬季乾旱季節若盤固草地能施以灌溉，仍能獲得牧草產量，以彌補秋冬季草源之不足。

後誌：本研究報告爲台灣省畜產試驗所研究報告第710號。

引用文獻

林路拾 1990 臺灣牧草推廣之現況。臺灣牧草研究研討會專集。 pp. 27-32。

許福星、洪國源 1994 廄肥對狼尾草與盤固草產量及化學成分之影響。臺灣省政府農林廳畜產試驗評議會八十三年度試驗研究報告。pp. 19-38。

臺灣農業年報 1995 臺灣省政府農林廳編印。

鄭鑑鏘、萬鑫森 1993 臺灣牧草地土壤沖蝕－生產力指數之推估應用。中華農學會報新 161：47-61。

Hsu, F. H. 1994. Case studies on crop-livestock production systems in Taiwan ROC in relation to technical socioeconomic and enviromental concerns. Proceedings International Seminar on Upland Farming Systems and the Role of Livestock Production. pp. 135-150.

Iwama, H., J. Watanabe, and K. Ogawa. 1985. Effect of irrigation on pastures on heavy clay soil in Hokkaido. JARQ 19(3)：159-165。